

# Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002079816  
PUBLICATION DATE : 19-03-02

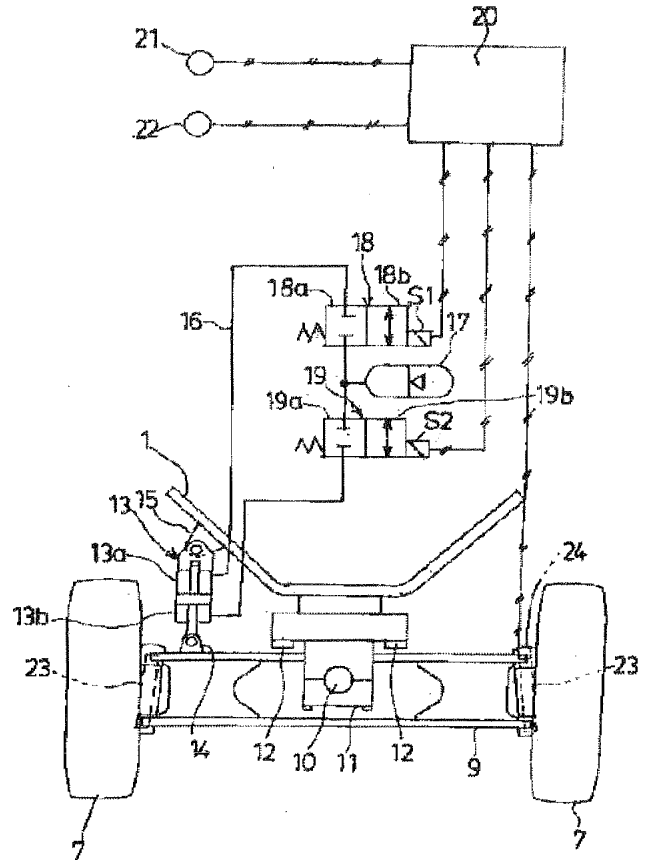
APPLICATION DATE : 08-09-00  
APPLICATION NUMBER : 2000273600

APPLICANT : SUMITOMONACCO MATERIALS  
HANDLING CO LTD;

INVENTOR : CHITO TAKASHI;

INT.CL. : B60G 17/005 B60G 1/02 B66F 9/075  
B66F 9/24

TITLE : ROCKING CONTROL DEVICE FOR INDUSTRIAL VEHICLE



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To improve stability of a vehicle in traveling by accurately judging if a rocking regulation is necessary or not, in a low-cost structure without using high precision parts in an industrial vehicle supporting a frame rockably from side to side to a wheel axle.

**SOLUTION:** A vehicle has a frame 1 rockably supported against a rear wheel axle 9, and is provided with a speed sensor 21, a load sensor 22 and a steering angle sensor 24. Steering angles are regularly detected by the steering angle sensor 24 and the detected steering angles are summed up or averaged at every designated number of times by a controller 20, and a steering angle speed is calculated based on those values. A map of relation between vehicle speeds and steering angles and a map of relation between vehicle speeds and steering angle speeds have been prepared beforehand and the controller 20 makes judgment of regulation or deregulation of a rocking motion based on the detected value of each sensor and those maps.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

D4a

**Disclaimer:**

This English translation is produced by machine translation and may contain errors. The JPO, the INPIT, and those who drafted this document in the original language are not responsible for the result of the translation.

**Notes:**

1. Untranslatable words are replaced with asterisks (\*\*\*\*).
2. Texts in the figures are not translated and shown as it is.

Translated: 17:34:58 JST 02/26/2009

Dictionary: Last updated 02/13/2009 / Priority:

---

**CLAIM + DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the axle rocking control device of the industrial truck equipped with a control means to judge whether rocking of a frame to an axle is regulated It is based on the value which detected the steering angle for every definite period of time with the steering angle detection means, and totaled the this detected steering angle for every number of times of predetermined, or the averaged value. The rocking control device of the industrial truck characterized by constituting so that it may judge whether steering angular velocity is calculated with a steering angular velocity operation means, and rocking of a frame is regulated based on this operation result.

[Claim 2] The rocking control device of the industrial truck according to claim 1 constituted so that it might judge whether rocking of a frame is regulated based on the vehicle speed which has a vehicle speed detection means to detect the running speed of vehicles, and was detected by this vehicle speed detection means, and said steering angle or steering angular velocity.

[Claim 3] The judgment of whether to regulate rocking of a frame based on said vehicle speed, a steering angle, or steering angular velocity is the rocking control device of the industrial truck according to claim 1 or 2 constituted so that it might judge on the map of the vehicle speed prepared beforehand and a steering angle, or the map of the vehicle speed and steering angular velocity.

[Claim 4] Claim 1, 2, or the rocking control device of industrial truck given in three constituted so that the map of said vehicle speed and a steering angle or the map of the vehicle speed and steering angular velocity might be set up from the load which has a loading load detection means to detect the loading state of a load, and was detected by this loading load detection means.

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to the rocking control device of industrial truck, and relates to the rocking control device which regulates or permits rocking of a frame to a back axle especially in industrial truck, such as a counter balance type forklift or a reach type forklift.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] A forklift is mentioned as an example of \*\*\*\* industrial truck, and the common forklift is supporting the frame possible [ rocking ] to the horizontal direction to a back axle, in order to aim at improvement in run stability, and improvement in a degree of comfort (if it puts in another way, the back axle is supported possible [ rocking ] to the frame). YORETO and transverse direction power of acting on the vehicles at the time of revolution And a gyroscope, Detect using an acceleration sensor and These detected YORETO, transverse direction power, [ furthermore, the YORETO change rate calculated based on the YORETO detection value ] When it becomes larger than a fiducial point, the feeding and discarding of the operation oil of the hydraulic damper arranged between the frame and the back axle are intercepted, a back axle is fixed, and what raises the run stability at the time of revolution is known by regulating rocking of a frame (JP,H9-309308,A).

[0003]

[Problem to be solved by the invention] In order to judge that the necessity of rocking regulation mentioned such a forklift above with a formula and fiducial points, such as the specific width G and YORETO, and to perform a setup of the fiducial point so that it may become the optimal in a certain specific speed region, Except the speed region, rocking is regulated more than needed or rocking is not regulated. When rocking is not regulated, an operator feels the instability of vehicles, and on the other hand, if rocking is regulated more than needed, the run stability and the degree of comfort of a forklift will fall.

[0004] Moreover, when computing the Yeoh angular acceleration from the detection value of YORETO, in order to ask for detected YORETO from difference with the detection value in front of arbitrary time as it is, it is necessary to use highly precise parts for a sensor or an A/D conversion machine, or to lengthen arbitrary time. If the accuracy of a sensor or an A/D conversion machine is raised, the unit price of parts will rise, if arbitrary time is lengthened, the response of control will become late, and it will regulate in the state where vehicles are rocking. Thus, when it regulates in the state where vehicles are rocking, vehicles become unstable easily and an operator will feel the instability of vehicles.

[0005] Then, it sets to the industrial truck which the frame supported possible [ rocking ] to the horizontal direction to the axle. The technical technical problem which should be solved in order to distinguish the necessity of rocking regulation correctly with inexpensive composition and to raise the stability of the vehicles at the time of a run, without using highly precise parts arises, and this invention aims at solving this technical problem.

[0006]

[Means for solving problem] In the axle rocking control device of the industrial truck equipped with a control means to judge whether this invention is proposed in order to attain the above-mentioned purpose, and it regulates rocking of a frame to an axle It is based on the value which detected the steering angle for every definite period of time with the steering angle detection means, and totaled the this detected steering angle for every number of times of predetermined, or the averaged value. The rocking control device of the industrial truck constituted so that it might judge whether steering angular velocity is calculated with a steering angular velocity operation means, and rocking of a frame is regulated based on this operation result, And the vehicle speed which has a vehicle speed detection means to detect the running speed of vehicles, and was detected by this vehicle speed detection means, The rocking control device of the industrial truck constituted so that it might judge whether rocking of a frame is regulated based on said steering angle or steering angular velocity, [ and the judgment of whether to regulate rocking of a frame based on said vehicle speed, a steering angle, or steering angular velocity ] It has a loading load detection means to detect the rocking control device of the industrial truck constituted so that it might judge on the map of the vehicle speed prepared beforehand and a steering angle, or the map of the vehicle speed and steering angular velocity, and the loading state of a load. The rocking control device of the industrial truck constituted so that the map of said vehicle speed and a steering angle or the map of the vehicle speed and steering angular velocity might be set up from the load detected by this loading load detection means is offered.

[0007]

[Mode for carrying out the invention] The form of operation of this invention is hereafter explained in full detail according to Drawings. Drawing 1 shows the outline of a counter balance type forklift as an example of industrial truck. The mast by which 1 was set up by the frame and 2 was set up at the front side of this frame 1, the fork for cargo work which 3 goes up and down up and down along with a mast 2, the lift cylinder which 4 makes go up and down this fork 3, and 5 are tilt cylinders which make said mast 2 incline forward and backward. Moreover, the front wheel tire whose 6 is the run driving wheel of a forklift, the rear wheel tire whose 7 is the steering wheel of a forklift, and 8 are the steering handles of a forklift.

[0008] The back axle with which drawing 2 is the figure showing the composition of the used machine style of a back axle, and, as for 9, it is equipped with said rear wheel tire 7, A support support for the support pin by which 10 was fixed to the center order both sides of a longitudinal

direction of this back axle 9, and 11 to hold this support pin 10 on said frame 1, and 12 are the stoppers fixed to said frame 1. Thus, by supporting, said frame 1 can be rocked to a horizontal direction centering on the support pin 10 of the back axle 9.

[0009] In this figure, 13 is the oil pressure cylinder of a \*\* rod type, the rod side of this oil pressure cylinder 13 is supported by the support support 14 fixed to the end of the back axle 9, and the head side of this oil pressure cylinder 13 is supported by the support support 15 fixed to the undersurface of said frame 1. 16 is the oil pressure cylinder 13 top room 13a and the bottom room 13b an oilway open for free passage, and in the middle of this oilway 16 While forming the accumulator 17 which performs the feeding and discarding of operation oil to this oilway 16 The electromagnetism change-over valve 19 which switches the electromagnetism change-over valve 18 which switches said oil pressure cylinder 13 top room 13a and an accumulator 17 to a free passage or interception, and the bottom room 13b of said oil pressure cylinder 13 and an accumulator 17 to a free passage or interception is arranged. In addition, S1 and S2 are the solenoids for switching the valve position of the electromagnetism change-over valves 18 and 19, and, as for both the electromagnetism change-over valves 18 and 19, a solenoid S1 and S2 are interception at the time of un-magnetizing.

[0010] In rocking control of industrial truck, switching control of a free passage or interception of said electromagnetism change-over valves 18 and 19 is carried out to the following two operating modes with the control signal from the controller 20 which is a control means. When said both electromagnetism change-over valves 18 and 19 are in the interception positions 18a and 19a as illustrated Since outflow ON of operation oil is not made between the oil pressure cylinder 13 top room 13a and the bottom room 13b but elasticity of this oil pressure cylinder 13 is regulated, it becomes the operating mode of the regulation by which rocking of a frame 1 is regulated to the back axle 9. On the other hand when said both electromagnetism change-over valves 18 and 19 are made into the free passage positions 18b and 19b The outflow ON of operation oil is possible between the oil pressure cylinder 13 top room 13a and the bottom room 13b, elasticity of this oil pressure cylinder 13 is attained, and it becomes the operating mode of the deregulation which can rock a frame 1 to the back axle 9.

[0011] In addition, the speed sensor as a vehicle speed detection means attached to deceleration mechanism parts (not shown), such as transmission and DEFARENHARUGIYA, in order that 21 might detect the running speed of vehicles, 22 is a load sensor as a loading load detection means prepared in the above-mentioned lift cylinder 4 grade, in order to detect the loading state of a load. Moreover, the kingpin 23 of said back axle 9 is equipped with the steering angle sensor 24 as a steering angle detection means, and the steering angle of the rear wheel tire 7 which is a steering wheel is detected so that it may mention later.

[0012] Drawing 3 is the detail view of the steering angle sensor 24 with which the upper end of the kingpin 23 was equipped, and 25 is the rubber for fixing the input axis 24a of the steering angle sensor 24 to a kingpin 23, and a bush made of resin. Thus, the input axis 24a of said steering angle sensor 24 is carrying out boiled-fish-paste form, and since the portion inserted in a kingpin 23 serves as long hole form, rotation of a kingpin 23 is transmitted to the steering angle sensor 24. Moreover, the inside diameter center axis and the outside center axis are carrying out eccentricity of the bush 25.

[0013] The detection signal of each sensor of said speed sensor 21, the load sensor 22, and steering angle sensor 24 grade is inputted into a controller 20, and is used for necessity judgment of rocking regulation. The map of the vehicle speed  $v$  and the steering angle  $r$  which prepared drawing 4 beforehand, and drawing 5 are the maps of the vehicle speed  $V$  and the steering angular velocity  $dr$  which were prepared beforehand. Rocking is regulated, when the run state at that time is held and it is in B3 field, in making rocking regulation unnecessary and being in B-2 field in the map of drawing 4, when the intersection of the vehicle speed  $v$  and the steering angle  $r$  is in B1 field so that it may mention later. B-2 field is a hysteresis field prepared in order to prevent repeating regulation and release frequently. In the map of drawing 5, when the intersection of the vehicle speed  $v$  and the steering angular velocity  $dr$  is in C1 field, rocking regulation is made unnecessary, and when it is in C2 field, rocking is regulated.

[0014] Next, the step of rocking control of operation is explained according to the flow chart of

drawing 6 and drawing 7. First, a controller 20 initializes the failure flag f at the time of regulating system starting, and reads each detection value from the speed sensor 21, the load sensor 22, and the steering angle sensor 24. And a controller 20 investigates failure of this speed sensor 21, disconnection, a short circuit, etc. by verifying whether the input value of the speed sensor 21 is in the proper output of the speed sensor 21. The maximum high speed is inputted into the vehicle speed v at the time of failure of this speed sensor 21, failure of the speed sensor 21 and failure mode are inputted into the failure flag f, and the vehicle speed v is computed from the input value of the speed sensor 21 at the time of un-breaking down.

[0015] Moreover, a controller 20 investigates failure of this steering angle sensor 24, disconnection, a short circuit, etc. by verifying whether the input value of the steering angle sensor 24 is in the proper output of the steering angle sensor 24. While inputting the maximum steering angle into the steering angle r at the time of failure of this steering angle sensor 24 The maximum steering angular velocity is inputted into the steering angular velocity dr, an error is inputted in the steering direction d, failure of the steering angle sensor 24 and failure mode are inputted into the failure flag f, and the steering angle r and the steering angular velocity dr are computed from the input value of the steering angle sensor 24 at the time of un-breaking down. In addition, the steering angle r here is the absolute value of the real steering angle of vehicles instead of the piece angle of a kingpin 23, and the steering angular velocity dr is the absolute value of the rate of change to the time of a real steering angle.

[0016] Furthermore, a controller 20 investigates failure of this load sensor 22, disconnection, a short circuit, etc. by verifying whether the input value of the load sensor 22 is in the proper output of the load sensor 22. The maximum load is inputted into Load w at the time of failure of this load sensor 22, failure of the load sensor 22 and failure mode are inputted into the failure flag f, and Load w is computed from the input value of the load sensor 22 at the time of un-breaking down. Moreover, a controller 20 investigates failure of this solenoid S1 and S2 by verifying a solenoid S1 and the energization state of S2. Failure of solenoid S1 and S2 is inputted into the failure flag f at the time of failure of this solenoid S1 and S2.

[0017] Next, a controller 20 chooses the map of the vehicle speed v as shown in the map and drawing 5 of the vehicle speed v and the steering angle r as shown in drawing 4, and the steering angular velocity dr from Load w. Since rocking regulation is unnecessary when the intersection of the vehicle speed v and the steering angle r is in B1 field, Release is inputted into run regulation flag fs1, and since rocking regulation is required when run regulation flag fs1 at that time is held and it is in B3 field, in being in B-2 field, regulation is inputted into run regulation flag fs1. On the other hand, since rocking regulation is required when release is inputted into run regulation flag fs2 and it is in C2 field, since rocking regulation is unnecessary when the intersection of the vehicle speed v and the steering angular velocity dr is in C1 field, regulation is inputted into run regulation flag fs2.

[0018] And the both sides of the run regulation flags fs1 and fs2 input release into the run regulation flag fs, when predetermined time has passed after release, and a controller 20 inputs regulation into the run regulation flag fs, when other. A controller 20 regulates rocking of vehicles as an operating mode of regulation, when the run regulation flag fs is set as regulation, and when the run regulation flag fs is set as release, it permits rocking of vehicles as an operating mode of deregulation.

[0019] Here, like slalom or a rain change, when posture change of vehicles is large and early, it is necessary to regulate the rocking, before a frame 1 rocks. In this case, the start time of posture change of vehicles becomes detectable, without being influenced by many factors, such as frame rigidity, by detecting change of the steering angle in the steering start time of the operator who becomes the cause of posture change of vehicles. This invention computes steering angular velocity by calculating the amount of change of the steering angle in minute time, and uses it for necessity judgment of rocking regulation of this steering angular velocity.

[0020] The calculation method of said steering angular velocity is explained hereafter. An operator's operation of the steering handle 8 will steer the rear wheel tire 7 through linkage. Said steering angle sensor 24 detects steering of the rear wheel tire 7, and the rotation angle of the kingpin 23 which rotates to one. a controller 20 — angle reading of the steering angle sensor 24

— a definite period of time — (— it carries out to every  $t$ ) and let the total value or the average value of the arbitrary number ( $n$ ) be a steering angle detection value for the read detection value. Since this value is the rotation angle of a kingpin 23, a controller 20 converts this detection value into the real steering angle (steering angle  $r$ ) of vehicles, and memorizes the value of this converted real steering angle as steering angle data for every  $nxt$ .

[0021] Now, temporarily, said arbitrary number ( $n$ ) is set to 10, and the value of the real steering angle (steering angle  $r$ ) by which the definite period of time ( $t$ ) was converted into 0.5msec, then a controller 20 is memorized as steering angle data every 5msec. And in the memorized steering angle data, the steering angle in this time is set to  $r0$ , and the steering angle in front of 5msec is set to  $r5$  rather than this time. The data in front of 10msec, 15msec, 20msec, and 25msec will be expressed as  $r10$ ,  $r15$ ,  $r20$ , and  $r25$  like the following, respectively. Based on these steering angle data, the steering angular velocity  $dr$  is calculated by the following formula.

[0022]  $dr=(r0-r20)+(r5-r25)$

Here, although the sum of this time, the difference of the steering angle in front of 20msec, and the difference of the steering angle in front of 5msec and 25msec is made into steering angular velocity, this is equalized and it is good also as steering angular velocity. Thus, the necessity judging of rocking regulation is performed from the map of the steering angular velocity  $dr$  calculated by the controller 20 which is a steering angle operation means, and the vehicle speed  $v$  shown in drawing 5 using the vehicle speed  $v$  at that time and the steering angular velocity  $dr$ .

[0023] in the above-mentioned procedure — the definite period of time of the steering angle sensor 24 — (— computing and calculating a steering angle from the value which totaled or averaged the detection value of every  $t$ ) is based on the following Reasons. [ a rotation angle ] generally although the rotation angle (voltage) as an analog signal which a sensor detects is changed into a digital signal by the A/D conversion machine and is read into a controller When an inexpensive sensor, an A/D conversion machine, etc. are used in conversion to this digital signal, the error resulting from that resolution being low will have big influence on detection accuracy. A steering angle is searched for in the procedure mentioned above, without resolution using a high sensor, an A/D conversion machine, etc. in order to deter the above-mentioned bad influence as much as possible with an inexpensive sensor, an A/D conversion machine, etc.

[0024] For example, when the rotation angle detected by the steering angle sensor 24 is changed into a digital signal by 10-bit resolution to 180 degrees of sensor rotation angles, the sensor rotation angle per 1 division value becomes 0.176 degree. Generally, by the controller, the voltage variation of other control apparatus, etc., change of said 1 division value arises and it becomes a factor with error. If there was change which is equivalent to the steering angle of this 1 division value (0.176 degree) in minute time (for example, 10msec), it is set to 17.6 deg(s)/sec as steering angular velocity. In the control map of rocking regulation, since its error by change of said 1 division value is very large when the value is compared with said 17.6 deg/sec 1 division value, since the usual maximum steering angular velocity of a forklift is 60 to 90 deg/about sec, it cannot perform exact regulation judgment. Especially when a running speed is high, in order to regulate by small steering angular velocity, it comes to be increasingly influenced by with error, and exact regulation becomes impossible.

[0025] Moreover, [ in order to make an error small, if it asks for steering angular velocity from the difference of the steering angle in front of this time and 100msec, the steering angular velocity by change of a 1 division value is set to 1.76 deg(s)/sec, but ] The response which regulates rocking becomes late, it will regulate in the state where vehicles are rocking and vehicles become unstable.

[0026] Reading time of the sensor detection value was set to 0.5msec with the form of this operation from the limit of the control device, although the repetition by the earliest possible time was required. Moreover, although the detection value read every 0.5msec is totaled or averaged every 5msec, influence of the variation in a detection value can be made small by taking this long time. However, when this time is lengthened too much, processing of the control [ itself ] will take time and, as a result, delay will arise to rocking regulation. Then, this time is set to 5msec by a running test etc., and, finally, in addition, the difference shifted 5 msec is also calculating change (difference) of the steering angle in 20msec for calculation of steering angular

velocity.

[0027] Thus, by totaling or averaging the detection value read every 0.5msec every 5msec, influence by the variation in the detection value in a reading time can be made small, and the accuracy of a steering angle detection value can be improved. Moreover, since the sum of this time, the difference of the steering angle in front of 20msec, and the difference of the steering angle in front of 5msec and 25msec is made into steering angular velocity also with steering angular velocity, As compared with this time and the steering angular velocity for which it asks from the difference of the steering angle in front of 100msec, an error can be made small, and it becomes good [ a response ].

[0028] In addition, this invention is the range which does not deviate from the soul of this invention, and it changes as follows and it can also be carried out, for example.

1. Although the map of the vehicle speed set up beforehand and a steering angle is chosen from load, you may choose the map of the vehicle speed and a steering angle from a lifting height.
  2. When asking for steering angular velocity, make the detection value of a steering angle into the total value for every definite period of time, or average value, and it is asking for steering angular velocity based on this, but not only steering angular velocity but the thing similarly searched for for a horizontal G rate of change or a YORETO rate of change is possible. For example, the width G for every definite period of time or the detection value of YORETO is made into total value or average value, and a horizontal G rate of change or a YORETO rate of change is computed using this.
  3. Although the piece angle of a kingpin is converted into the real steering angle, the conversion process to a real steering angle can also be skipped by making the vehicle speed, a steering angle and the vehicle speed, and the value of each map of steering angular velocity into the value corresponding to a kingpin piece angle. In this case, improvement in the speed of processing by the operation processing abbreviation of a controller is possible.
  4. It is applicable not only to a counter balance type forklift but a reach type forklift.
  5. In calculation of final steering angular velocity, although it is considered as  $dr=(r0-r20)+(r5-r25)$ , the difference shifted 5 msec may not be added but you may ask as  $dr=(r0-r20)$ .
  6. Although the total value or the average value for every definite period of time is calculated from the detection value of a steering angle and the difference of the definite period of time is made into steering angular velocity, you may judge rocking regulation by the actual steering angular velocity which broke the value by a definite period of time and total value.
  7. Time to compare the definite period of time (t) of reading of a steering angle sensor, the number (n) of the detection value averaged or totaled, and difference etc. is not limited to the numerical value indicated in the form of this operation, but may use other values.
  8. In order to judge the necessity of regulation, the map is used, but you may use the table which registered the decision value instead of the map. For example, extract from a table the steering angular velocity decision value which operates rocking regulation from speed and the speed which was detected in the case of the table of a steering angle, and the steering angular velocity and the steering angular velocity decision value which were computed are compared. When steering angular velocity exceeds a steering angular velocity decision value, rocking is regulated, and when other, it is good also as unnecessary in regulation of rocking.
- It can succeed in the alteration of \*\* and, naturally this invention also attains to these changed things.

[0029]

[Effect of the Invention] This invention calculates steering angular velocity with a steering angular velocity operation means based on the value which detected the steering angle for every definite period of time with the steering angular velocity detection means, and totaled the this detected steering angle for every number of times of predetermined, or the averaged value, as explained in full detail in the form of the 1 above-mentioned implementation. Thus, since the steering angular velocity which is a rate of change to the time of a steering angle is calculated and the necessity of rocking regulation is judged by the steering angular velocity, the time of starting steering of an operator can be detected and rocking regulation of a frame is attained at the time of the early stages of revolution. Moreover, since the necessity of rocking regulation is

judged on the map of the steering angular velocity which can be set up freely, and the vehicle speed, without judging the conditions of regulation only by steering angular velocity, it is possible to unite with the feeling which feels the vehicles instability of optimization in a full speed field and an operator.

[0030] And calculation of steering angular velocity does not search for the detected steering angle from difference with the detection value in front of arbitrary time as it is. It is possible to improve the accuracy of steering angular velocity, without using the expensive high thing of resolution for steering angle detection means, such as a steering angle sensor and an A/D conversion machine, since it is asking by the difference of the steering angle detection value averaged [ which averaged and definite-period-of-time-totaled ], and the steering angle detection value in front of arbitrary time totaled or averaged.

---

[Translation done.]



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-79816

(P2002-79816A)

(43)公開日 平成14年3月19日(2002.3.19)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマト(参考)

B 6 0 G 17/005

B 6 0 G 17/005

3 D 0 0 1

1/02

1/02

3 F 3 3 3

B 6 6 F 9/075

B 6 6 F 9/075

Z

9/24

9/24

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 8 頁)

(21)出願番号

特願2000-273600(P2000-273600)

(22)出願日

平成12年9月8日(2000.9.8)

(71)出願人 000183222

住友ナコ マテリアル ハンドリング株式  
会社

愛知県大府市大東町2丁目75番地

(72)発明者 佐藤 朋弘

愛知県大府市大東町2丁目75 住友ナコ  
マテリアル ハンドリング株式会社内

(72)発明者 千藤 隆

愛知県大府市大東町2丁目75 住友ナコ  
マテリアル ハンドリング株式会社内

(74)代理人 100060575

弁理士 林 孝吉

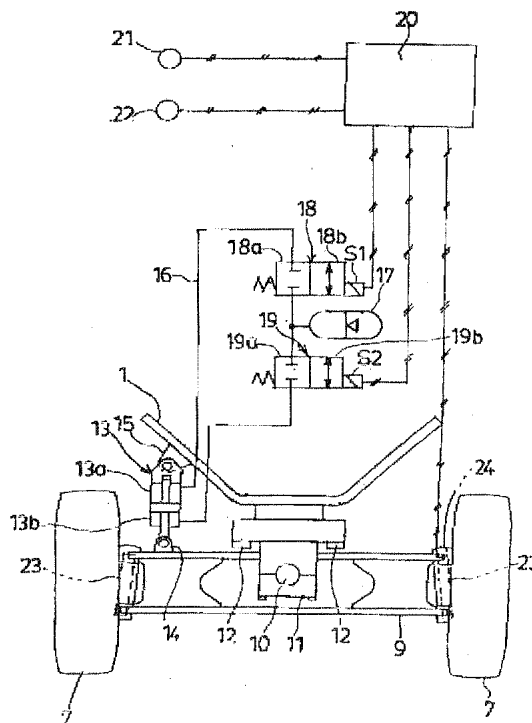
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 産業車両の揺動制御装置

## (57)【要約】

【課題】 車軸に対してフレームを左右方向に揺動可能に支持した産業車両に於いて、高精度の部品を用いることなく安価な構成にて揺動規制の要否を正確に判別し、走行時の車両の安定性を向上させる。

【解決手段】 後車軸9に対してフレーム1を揺動可能に支持した車両であって、該車両には速度センサ21と荷重センサ22と操舵角センサ24が設けられている。操舵角センサ24にて一定時間毎に操舵角を検出し、該検出された操舵角をコントローラ20にて所定回数毎に合計若しくは平均し、これらの値に基づいて操舵角速度を演算する。そして、予め車速と操舵角のマップ及び車速と操舵角速度のマップを用意しておき、前記各センサの検出値とこれらのマップから、コントローラ20は揺動の規制若しくは規制解除を判断する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 車軸に対するフレームの揺動を規制する  
 可否かを判定する制御手段を備えた産業車両の車軸揺動  
 制御装置に於いて、操舵角検出手段にて一定時間毎に操  
 舵角を検出し、該検出された操舵角を所定回数毎に合計  
 した値若しくは平均した値に基づき、操舵角速度演算手  
 段にて操舵角速度を演算し、該演算結果に基づいてフレ  
 ームの揺動を規制する可否かを判定するように構成した  
 ことを特徴とする産業車両の揺動制御装置。

【請求項2】 車両の走行速度を検出する車速検出手段  
 を有し、該車速検出手段により検出した車速と、前記操  
 舵角または操舵角速度とに基づき、フレームの揺動を規  
 制する可否かを判定するように構成した請求項1記載の  
 産業車両の揺動制御装置。

【請求項3】 前記車速と操舵角または操舵角速度とに  
 基づくフレームの揺動を規制する可否かの判定は、予め  
 用意した車速と操舵角のマップまたは車速と操舵角速度  
 のマップ上で判定するように構成した請求項1または2  
 記載の産業車両の揺動制御装置。

【請求項4】 荷の積載状態を検出する積載荷重検出手  
 段を有し、該積載荷重検出手段により検出した荷重から  
 前記車速と操舵角のマップまたは車速と操舵角速度のマ  
 ップを設定するように構成した請求項1、2または3記  
 載の産業車両の揺動制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は産業車両の揺動制  
 御装置に関するものであり、特に、カウンターバランス式  
 フォークリフト或いはリーチ式フォークリフト等の産業  
 車両に於いて後車軸に対するフレームの揺動を規制若し  
 くは許容する揺動制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】此種産業車両の一例としてフォークリ  
 フトが挙げられ、一般的なフォークリフトは走行安定性  
 の向上及び乗り心地の向上を図るために、後車軸対し  
 てフレームを左右方向へ揺動可能に支持している（換言  
 すればフレームに対して後車軸が揺動可能に支持されて  
 いる）。そして、旋回時の車両に作用するヨーレート及び  
 横方向力を、ジャイロスコープ、加速度センサを用いて  
 検出し、これらの検出されたヨーレート、横方向力、更  
 に、ヨーレート検出値に基づき演算されたヨーレート変  
 化割合が、基準値よりも大きくなった場合に、フレーム  
 と後車軸との間に配設された油圧式ダンパの作動油の給  
 排を遮断して後車軸を固定し、フレームの揺動を規制  
 することによって旋回時の走行安定性を向上させるもの  
 が知られている（特開平9-309308号公報）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このようなフォークリ  
 フトは、前述したように特定の横Gやヨーレート等の計  
 算式と基準値で揺動規制の要否を判定し、その基準値の

設定を、ある特定の速度域で最適になるように行うた  
 め、その速度域以外では必要以上に揺動が規制されな  
 り、或いは、揺動が規制されなかったりする。揺動が規  
 制されない場合はオペレータが車両の不安定さを感じ、  
 一方、必要以上に揺動が規制されればフォークリフトの  
 走行安定性や乗り心地が低下する。

【0004】また、ヨーレートの検出値からヨー角加速  
 度を算出する場合に、検出したヨーレートをそのまま任  
 意時間前の検出値との差分から求めるためには、センサ  
 やA/D変換器に高精度の部品を用いたり、任意時間を  
 長くする必要がある。センサやA/D変換器の精度を上  
 げると部品の単価が上昇し、任意時間を長くすると制御  
 の応答性が遅くなり、車両が揺動している状態で規制  
 することになる。このように、車両が揺動している状態  
 で規制すると、車両が不安定になりやすく、また、オペ  
 レータが車両の不安定さを感じるようになる。

【0005】そこで、車軸に対してフレームが左右方向  
 に揺動可能に支持した産業車両に於いて、高精度の部品  
 を用いることなく安価な構成にて揺動規制の要否を正確  
 に判別し、走行時の車両の安定性を向上させるために解  
 決すべき技術的課題が生じてくるのであり、本発明はこ  
 の課題を解決することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成  
 するために提案されたものであり、車軸に対するフレ  
 ームの揺動を規制する可否かを判定する制御手段を備  
 えた産業車両の車軸揺動制御装置に於いて、操舵角検出  
 手段にて一定時間毎に操舵角を検出し、該検出された操  
 舵角を所定回数毎に合計した値若しくは平均した値に基  
 づき、操舵角速度演算手段にて操舵角速度を演算し、該  
 演算結果に基づいてフレームの揺動を規制する可否かを  
 判定するように構成した産業車両の揺動制御装置、及び、  
 車両の走行速度を検出する車速検出手段を有し、該車速  
 検出手段により検出した車速と、前記操舵角または操舵  
 角速度とに基づき、フレームの揺動を規制する可否かを  
 判定するように構成した産業車両の揺動制御装置、及び、  
 前記車速と操舵角または操舵角速度とに基づくフレ  
 ームの揺動を規制する可否かの判定は、予め用意した車  
 速と操舵角のマップまたは車速と操舵角速度のマップ上  
 で判定するように構成した産業車両の揺動制御装置、及  
 び、荷の積載状態を検出する積載荷重検出手段を有し、  
 該積載荷重検出手段により検出した荷重から前記車速と  
 操舵角のマップまたは車速と操舵角速度のマップを設定  
 するように構成した産業車両の揺動制御装置を提供する  
 ものである。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図  
 面に従って詳述する。図1は産業車両の一例としてカウ  
 ンターバランス式フォークリフトの概要を示し、1はフレ  
 ーム、2は該フレーム1の前側に立設されたマスト、3

はマスト2に沿って上下に昇降する荷役用フォーク、4はこのフォーク3を昇降させるリフトシリンダ、5は前記マスト2を前後に傾斜させるチルトシリンダである。また、6はフォークリフトの走行駆動輪である前輪タイヤ、7はフォークリフトの操舵輪である後輪タイヤ、8はフォークリフトの操舵ハンドルである。

【0008】図2は後車軸の支持機構の構成を示す図であり、9は前記後輪タイヤ7が装着される後車軸、10は該後車軸9の長手方向中央の前後両側に固設された支持ピン、11はこの支持ピン10を前記フレーム1に保持するための支持サポート、12は前記フレーム1に固設されたストッパである。このように支持することにより、前記フレーム1は後車軸9の支持ピン10を中心に左右方向へ揺動可能である。

【0009】同図に於いて、13は片ロッド式の油圧シリンダであり、該油圧シリンダ13のロッド側は後車軸9の端部に固設した支持サポート14に支持され、該油圧シリンダ13のヘッド側は前記フレーム1の下面に固設した支持サポート15に支持されている。16は油圧シリンダ13の上室13aと下室13bを連通する油路であり、この油路16の途中には、該油路16に対して作動油の給排を行うアキュムレータ17を設けるとともに、前記油圧シリンダ13の上室13aとアキュムレータ17とを連通若しくは遮断に切換える電磁切換弁18と、前記油圧シリンダ13の下室13bとアキュムレータ17とを連通若しくは遮断に切換える電磁切換弁19とを配置する。尚、S1、S2は電磁切換弁18、19の弁位置を切換えるためのソレノイドであり、ソレノイドS1、S2が非励磁時に於いて電磁切換弁18、19はともに遮断である。

【0010】産業車両の揺動制御では、前記電磁切換弁18、19の連通若しくは遮断を、制御手段であるコントローラ20からの制御信号により、次の2つの作動モードに切換制御する。図示されているように、前記電磁切換弁18、19がともに遮断位置18a、19aにある場合は、油圧シリンダ13の上室13aと下室13bとの間で作動油の流出入ができず、該油圧シリンダ13の伸縮が規制されるので、後車軸9に対してフレーム1の揺動が規制される規制の作動モードとなる。一方、前記電磁切換弁18、19をともに連通位置18b、19bにした場合は、油圧シリンダ13の上室13aと下室13bとの間で作動油の流出入が可能であり、該油圧シリンダ13の伸縮が可能となって、後車軸9に対してフレーム1の揺動が可能な規制解除の作動モードとなる。

【0011】尚、21は車両の走行速度を検出するためのトランスミッションやデファレンシャルギヤ等の減速機構部（図示せず）に取付けられた車速検出手段としての速度センサ、22は荷の積載状態を検出するために前述のリフトシリンダ4等に設けられた積載荷重検出手段としての荷重センサである。また、前記後車軸9のキン

グピン23には操舵角検出手段としての操舵角センサ24が装着され、後述するように、操舵輪である後輪タイヤ7の操舵角を検出する。

【0012】図3はキングピン23の上端部に装着された操舵角センサ24の詳細図であり、25は操舵角センサ24の入力軸24aをキングピン23に固定するためのラバーや樹脂製のブッシュである。このように、前記操舵角センサ24の入力軸24aはかまぼこ形状をしており、キングピン23に挿入する部分は長孔形状となっているため、キングピン23の回転が操舵角センサ24に伝達される。また、ブッシュ25は内径中心軸と外形中心軸が偏心している。

【0013】前記速度センサ21、荷重センサ22、操舵角センサ24等の各センサの検出信号はコントローラ20に入力されて、揺動規制の要否判断に用いられる。図4は予め用意しておいた車速 $v$ と操舵角 $r$ とのマップ、図5は予め用意しておいた車速 $V$ と操舵角速度 $dr$ とのマップである。後述するように、図4のマップに於いては、車速 $v$ と操舵角 $r$ の交点がB1領域内にあるときには揺動規制を不要とし、B2領域内にある場合にはそのときの走行状態を保持し、B3領域内にあるときには揺動を規制する。B2領域は規制及び解除を頻繁に繰り返すことを防止するために設けられたヒステリシス領域である。図5のマップに於いては、車速 $v$ と操舵角速度 $dr$ の交点がC1領域内にあるときには揺動規制を不要とし、C2領域内にあるときには揺動を規制する。

【0014】次に、図6及び図7のフローチャートに従って、揺動制御の動作ステップについて説明する。先ず、コントローラ20は制御システム起動時に故障フラグ $f$ を初期化して、速度センサ21、荷重センサ22、操舵角センサ24からの各検出値を読み込む。そして、コントローラ20は速度センサ21の入力値が速度センサ21の適正出力内であるか否かを検証することにより、該速度センサ21の故障、断線、短絡等を調査する。該速度センサ21の故障時には車速 $v$ に最高速を入力し、故障フラグ $f$ に速度センサ21の故障と故障モードを入力し、非故障時には速度センサ21の入力値から車速 $v$ を算出する。

【0015】また、コントローラ20は操舵角センサ24の入力値が操舵角センサ24の適正出力内であるか否かを検証することにより、該操舵角センサ24の故障、断線、短絡等を調査する。該操舵角センサ24の故障時には操舵角 $r$ に最大操舵角を入力するとともに、操舵角速度 $dr$ に最大操舵角速度を入力して操舵方向 $d$ にエラーを入力し、故障フラグ $f$ に操舵角センサ24の故障と故障モードを入力し、非故障時には操舵角センサ24の入力値から操舵角 $r$ 、操舵角速度 $dr$ を算出する。尚、ここでいう操舵角 $r$ はキングピン23の切れ角ではなく、車両の実操舵角の絶対値であり、操舵角速度 $dr$ は実操舵角の時間に対する変化率の絶対値である。

【0016】更に、コントローラ20は荷重センサ22の入力値が荷重センサ22の適正出力内であるか否かを検証することにより、該荷重センサ22の故障、断線、短絡等を調査する。該荷重センサ22の故障時には荷重 $w$ に最大荷重を入力し、故障フラグ $f$ に荷重センサ22の故障と故障モードを入力し、非故障時には荷重センサ22の入力値から荷重 $w$ を算出する。また、コントローラ20はソレノイドS1、S2の通電状態を検証することにより、該ソレノイドS1、S2の故障を調査する。該ソレノイドS1、S2の故障時には故障フラグ $f$ にソレノイドS1、S2の故障を入力する。

【0017】次に、コントローラ20は荷重 $w$ から、図4に示すような車速 $v$ と操舵角 $r$ とのマップ及び図5に示すような車速 $v$ と操舵角速度 $dr$ とのマップを選択する。車速 $v$ と操舵角 $r$ の交点がB1領域内にあるときには揺動規制が不要であるため、走行規制フラグ $f s 1$ に解除を入力し、B2領域内にある場合にはそのときの走行規制フラグ $f s 1$ を保持し、B3領域内にあるときには揺動規制が必要であるため、走行規制フラグ $f s 1$ に規制を入力する。一方、車速 $v$ と操舵角速度 $dr$ の交点がC1領域内にあるときには揺動規制が不要であるため、走行規制フラグ $f s 2$ に解除を入力し、C2領域内にあるときには揺動規制が必要であるため、走行規制フラグ $f s 2$ に規制を入力する。

【0018】そして、コントローラ20は走行規制フラグ $f s 1$ と $f s 2$ の双方ともに解除後に所定時間が経過している場合は、走行規制フラグ $f s$ に解除を入力し、それ以外の場合は走行規制フラグ $f s$ に規制を入力する。コントローラ20は走行規制フラグ $f s$ が規制に設定されているときは、規制の作動モードとして車両の揺動を規制し、走行規制フラグ $f s$ が解除に設定されているときは、規制解除の作動モードとして車両の揺動を許容する。

【0019】ここで、スラロームやレーンチェンジのように、車両の姿勢変化が大きく且つ早い場合には、フレーム1が揺動する前からその揺動を規制することが必要となる。斯かる場合は、車両の姿勢変化のきっかけとなるオペレータの操舵開始時点での操舵角の変化を検出することにより、フレーム剛性等の諸要因の影響を受けることなく、車両の姿勢変化の開始時点が検出可能となる。本発明は微小時間に於ける操舵角の変化量を求めることで操舵角速度を算出し、この操舵角速度を揺動規制の要否判断に用いている。

【0020】以下、前記操舵角速度の算出方法について説明する。オペレータが操舵ハンドル8を操作すると、リンケージを介して後輪タイヤ7が操舵される。前記操舵角センサ24は、後輪タイヤ7の操舵と一体に回転するキングピン23の回転角を検出する。コントローラ20は操舵角センサ24の角度読み込みを一定時間 $t$ 毎に行い、読み込まれた検出値を任意個数 $n$ の合計値

または平均値を操舵角検出値とする。この値はキングピン23の回転角であるため、コントローラ20はこの検出値を車両の実操舵角（操舵角 $r$ ）に換算し、この換算された実操舵角の値を $n \times t$ 毎の操舵角データとして記憶する。

【0021】いま仮に、前記任意個数 $n$ を10として、一定時間 $t$ を0.5msecとすれば、コントローラ20は換算された実操舵角（操舵角 $r$ ）の値を5msec毎に操舵角データとして記憶する。そして、記憶された操舵角データの中で、現時点での操舵角を $r_0$ とし、現時点よりも5msec前の操舵角を $r_5$ とする。以下同様に、10msec、15msec、20msec、25msec前のデータを夫々 $r_{10}$ 、 $r_{15}$ 、 $r_{20}$ 、 $r_{25}$ と表すことにする。これらの操舵角データをもとに、次式にて操舵角速度 $dr$ を演算する。

$$\text{【0022】 } dr = (r_0 - r_{20}) + (r_5 - r_{25})$$

ここでは、現時点と20msec前の操舵角の差と、5msec前と25msec前の操舵角の差との和を操舵角速度としているが、これを平均化して操舵角速度としてもよい。このように、操舵角演算手段であるコントローラ20にて演算された操舵角速度 $dr$ と、そのときの車速 $v$ とを用いて、図5に示す車速 $v$ と操舵角速度 $dr$ とのマップから揺動規制の要否判定を行う。

【0023】上記手順に於いて、操舵角センサ24の一定時間 $t$ 毎の検出値を合計または平均した値から、操舵角を算出して求めるのは以下の理由による。一般に、センサの検出するアナログ信号としての回転角（電圧）は、A/D変換器によりデジタル信号に変換されてコントローラに読込まれるが、このデジタル信号への変換に於いて安価なセンサやA/D変換器等を用いた場合は、その分解能が低いことに起因する誤差が、検出精度に大きな影響を与えてしまう。前述した手順にて操舵角を求めるのは、分解能が高いセンサやA/D変換器等を用いることなく、安価なセンサやA/D変換器等にて前述の悪影響を極力抑止するためである。

【0024】例えば、操舵角センサ24により検出された回転角が、センサ回転角 $180^\circ$ に対して10ビットの分解能でデジタル信号に変換される場合は、一分割値あたりのセンサ回転角は $0.176^\circ$ となる。一般に、コントローラやその他の制御機器の電圧変動等により、前記一分割値の変動が生じて誤差の要因となる。微小時間（例えば10msec）でこの一分割値（ $0.176^\circ$ ）の操舵角に相当する変動があったとすれば、操舵角速度としては $17.6 \text{ deg/sec}$ となる。揺動規制の制御マップに於いて、フォークリフトの通常の最大操舵角速度は $60 \sim 90 \text{ deg/sec}$ 程度であるため、その値と前記一分割値 $17.6 \text{ deg/sec}$ を比較すると、前記一分割値の変動による誤差が非常に大きいため、正確な規制判断ができない。特に、走行速度が高いときは小さな操舵角速度で規制することとなるため、ますます誤差の影響を受け

るようになり、正確な規制ができなくなる。

【0025】また、誤差を小さくするために現時点と100msec前の操舵角の差から操舵角速度を求めるとすれば、一分割値の変動による操舵角速度は1.76deg/secとなるが、揺動を規制する応答性が遅くなり、車両が揺動している状態で規制することとなって車両が不安定になる。

【0026】センサ検出値の読み込み時間は、可能な限り早い時間での繰り返しが要求されるが、制御装置の限界から、本実施の形態では0.5msecとした。また、0.5msec毎に読込んだ検出値を5msec毎に合計または平均しているが、この時間を長く取ることにより、検出値のバラツキの影響を小さくすることができる。しかし、この時間を長くしすぎた場合は、制御自体の処理に時間がかかり、その結果、揺動規制に遅れが生じることになる。そこで、走行試験などによりこの時間を5msecとし、最終的には操舵角速度の算出には、20msecに於ける操舵角の変化(差分)を、5msecずらした差分も加えて演算している。

【0027】このように、0.5msec毎に読込んだ検出値を5msec毎に合計または平均することにより、読み込み時点での検出値のバラツキによる影響を小さくでき、操舵角検出値の正確性を向上することができる。また、操舵角速度についても、現時点と20msec前の操舵角の差と、5msec前と25msec前の操舵角の差との和を操舵角速度としているため、現時点と100msec前の操舵角の差から求める操舵角速度と比較して誤差を小さくすることができ、応答性も良好となる。

【0028】尚、本発明は、本発明の精神を逸脱しない範囲で、例えば下記のように変更して実施することも可能である。

1. 荷重から予め設定しておいた車速と操舵角のマップを選択するとしているが、揚高から車速と操舵角のマップを選択してもよい。
2. 操舵角速度を求める際に、操舵角の検出値を一定時間毎の合計値または平均値とし、これをもとに操舵角速度を求めているが、操舵角速度に限らず、同様にして横G変化率やヨーレート変化率を求めることも可能である。例えば、一定時間毎の横Gまたはヨーレートの検出値を合計値または平均値とし、これを用いて横G変化率或いはヨーレート変化率を算出する。
3. キングピンの切れ角を実操舵角に換算しているが、車速と操舵角、車速と操舵角速度の各マップの値を、キングピン切れ角に対応した値とすることによって、実操舵角への換算過程を省略することもできる。この場合は、コントローラの演算処理省略による処理の高速化が可能である。
4. カウンタバランス型フォークリフトに限らず、リーチ型フォークリフトにも適用可能である。
5. 最終的な操舵角速度の算出では、 $dr = (r_0 -$

$r_{20}) + (r_5 - r_{25})$ としているが、5msecずらした差分を加えず、 $dr = (r_0 - r_{20})$ として求めてもよい。

6. 操舵角の検出値から一定時間毎の合計値または平均値を求め、その一定時間の差分を操舵角速度としているが、その値を一定時間と合計値で割った実際の操舵角速度で揺動規制を判定してもよい。

7. 操舵角センサの読み込みの一定時間(t)、平均または合計する検出値の個数(n)、差分を比較する時間等は本実施の形態に記載した数値に限定されず、他の値を使用してもよい。

8. 規制の要否を判定するためにマップを使用しているが、マップの代わりに判定値を登録したテーブルを使用してもよい。例えば、速度と操舵角のテーブルの場合、検出された速度から揺動規制を作動させる操舵角速度判定値をテーブルから抽出し、算出された操舵角速度と操舵角速度判定値を比較して、操舵角速度が操舵角速度判定値を上回った場合に揺動を規制し、それ以外の場合は揺動の規制を不要としてもよい。

等の改変を為すことができ、そして、本発明がこれらの改変されたものにも及ぶことは当然である。

#### 【0029】

【発明の効果】本発明は上記一実施の形態に詳述したように、操舵角速度検出手段にて一定時間毎に操舵角を検出し、該検出された操舵角を所定回数毎に合計した値若しくは平均した値に基づき、操舵角速度演算手段にて操舵角速度を演算する。このように、操舵角の時間に対する変化率である操舵角速度を演算し、その操舵角速度で揺動規制の要否を判定するので、オペレータの操舵を開始する時点を検出することができ、旋回初期時にフレームの揺動規制が可能となる。また、規制の条件を操舵角速度だけで判断することなく、自由に設定可能な操舵角速度と車速のマップで揺動規制の要否を判断するため、全速度領域での最適化とオペレータの車両不安定さを感じるフィーリングに合わせることが可能である。

【0030】そして、操舵角速度の算出は、検出した操舵角をそのまま任意時間前の検出値との差分から求めるのではなく、一定時間合計または平均した操舵角検出値と、任意時間前の合計または平均した操舵角検出値との差分により求めているので、操舵角センサやA/D変換器等の操舵角検出手段を分解能の高い高価なものを用いることなく、操舵角速度の正確性を向上することが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

図は本発明の一実施の形態を示すものである。

【図1】産業車両の一例である一般的なフォークリフトの概要を示す側面図。

【図2】揺動制御装置を示す解説図。

【図3】(a)操舵角センサの組み付け構造を示す要部縦断面図。

(b) ブッシュの斜視図。

【図4】車速と操舵角に対する揺動規制の要否判断を示すマップ図。

【図5】車速と操舵角速度に対する揺動規制の要否判断を示すマップ図。

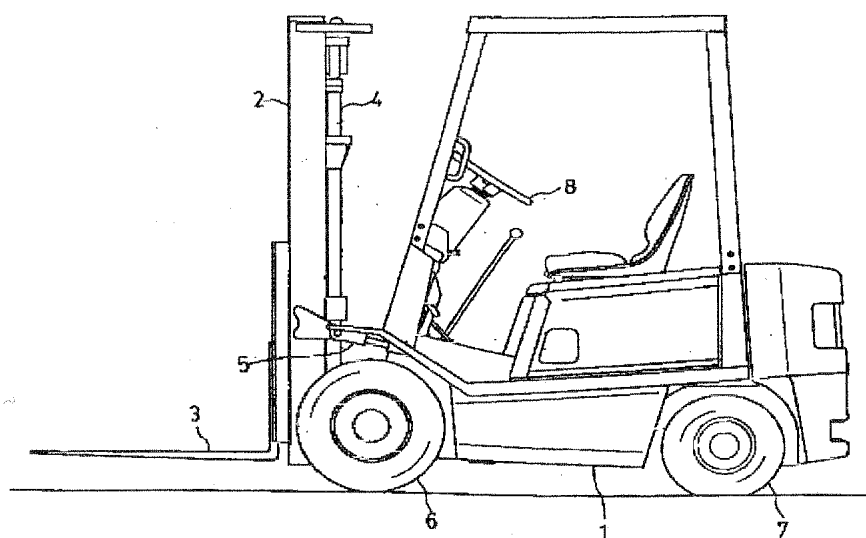
【図6】揺動規制の動作ステップを示すフローチャート、その1。

【図7】揺動規制の動作ステップを示すフローチャート、その2。

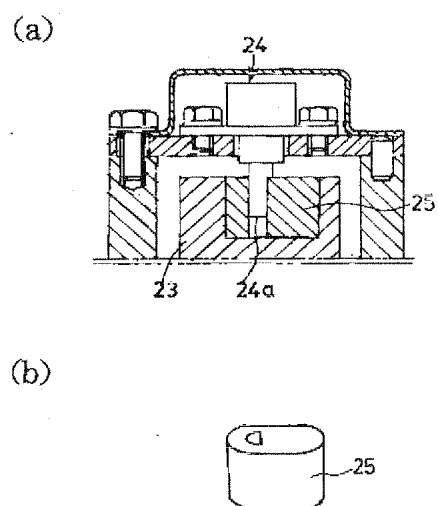
【符号の説明】

- |        |         |
|--------|---------|
| 1      | フレーム    |
| 7      | 後輪タイヤ   |
| 9      | 後車軸     |
| 13     | 油圧シリンダ  |
| 17     | アキュムレータ |
| 18, 19 | 電磁切替弁   |
| 20     | コントローラ  |
| 21     | 速度センサ   |
| 22     | 荷重センサ   |
| 24     | 揺動角センサ  |

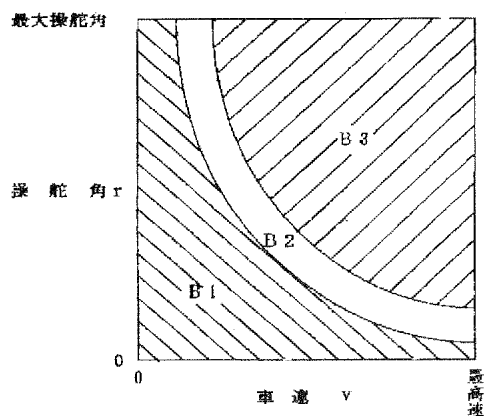
【図1】



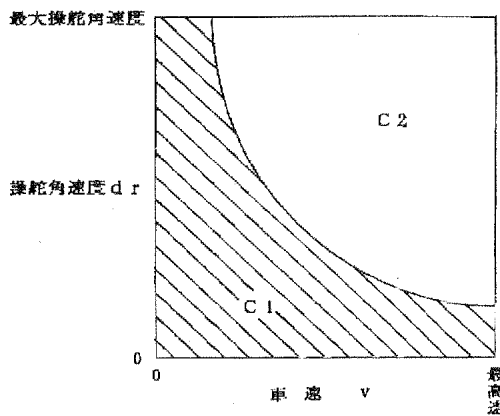
【図3】



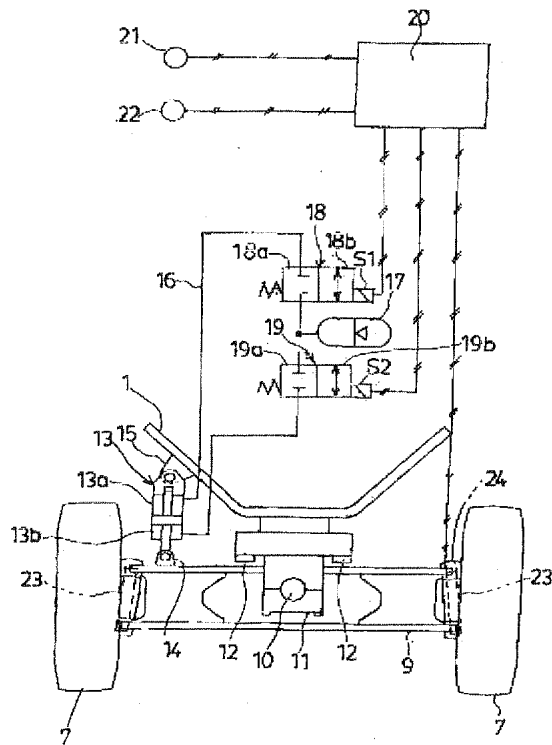
【図4】



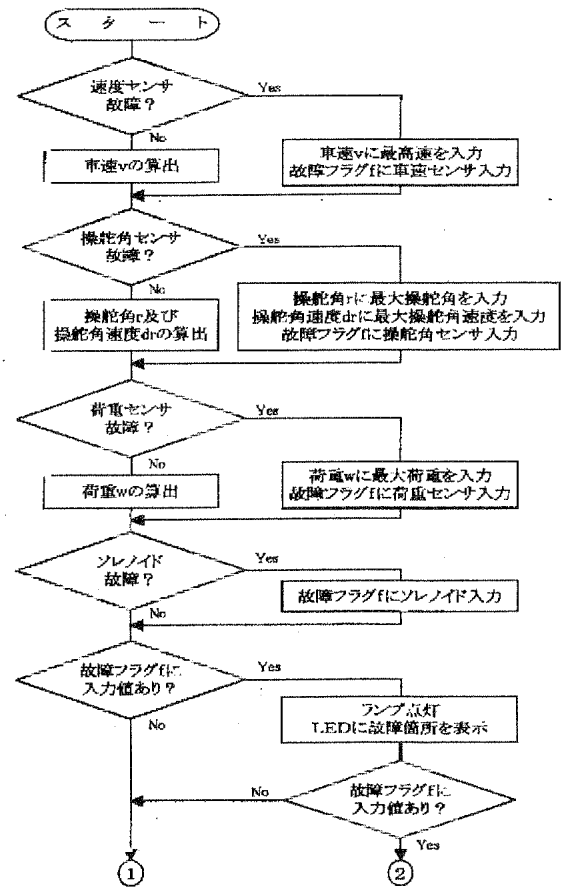
【図5】



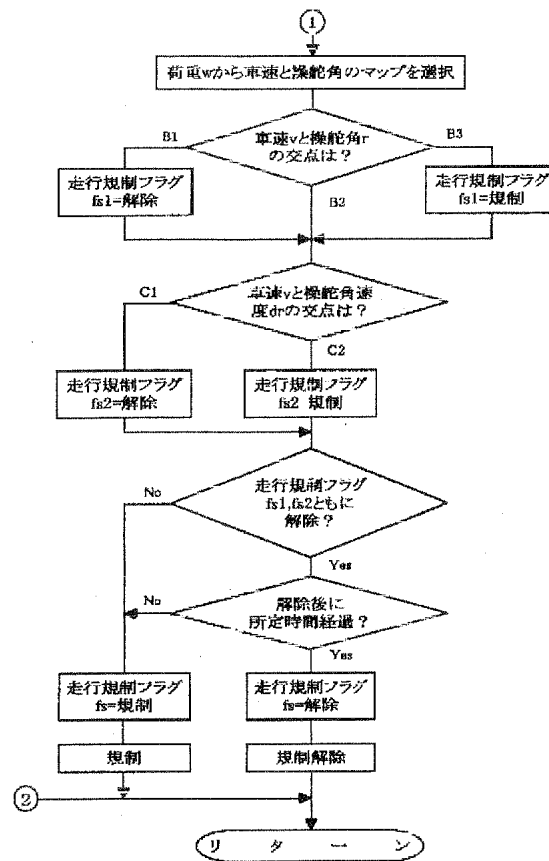
【図2】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D001 AA03 AA13 BA54 CA09 DA17  
 EA08 EA22 EA41 EB08 EC09  
 ED02 ED06  
 3F333 AA02 AB13 DB02 FA20 FA34  
 FD04 FD09 FE09